

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **05121312 A**

(43) Date of publication of application: **18.05.93**

(51) Int. Cl

H01L 21/027

G03F 7/20

G03F 7/20

H01L 21/302

(21) Application number: **03306483**

(22) Date of filing: **25.10.91**

(71) Applicant: **NIPPON TELEGR & TELEPH
CORP <NTT>**

(72) Inventor: **MIZOTA TSUTOMU
KURIHARA KENJI
KINOSHITA HIROO
HAGA TSUNEYUKI**

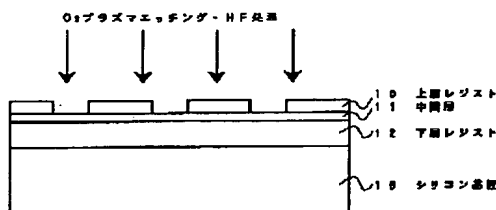
(54) **PATTERN FORMING METHOD**

(57) Abstract:

PURPOSE: To provide a pattern forming method which facilitates highly accurate pattern transcription in which remnants produced after upper layer resist exposure and development in a three-layer resist process and the trail part of a resist pattern are eliminated and which is effective for pattern formation in soft X-ray reduction projection exposure.

CONSTITUTION: In a three-layer resist process which forms an upper layer resist 10, an intermediate layer 11 and a lower layer resist 12, after the upper layer resist 10 is exposed and developed, it is etched with active oxygen to form a fine pattern. Or, in the three-layer resist process, after the intermediate layer 11 is made of silicon and the upper layer resist 10 is exposed and developed, a formed plasma oxide film formed by etching with active oxygen is removed to form a pattern.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio



THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-121312

(43)公開日 平成5年(1993)5月18日

(51)IntCl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 F 7/20	5 0 3	7818-2H		
	5 2 1	7818-2H		
		7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	3 6 1 S
		7352-4M		3 3 1 A

審査請求 未請求 請求項の数3(全11頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平3-306483

(22)出願日 平成3年(1991)10月25日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社
東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72)発明者 溝田 勉

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 栗原 健二

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 木下 博雄

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内

(74)代理人 弁理士 玉蟲 久五郎

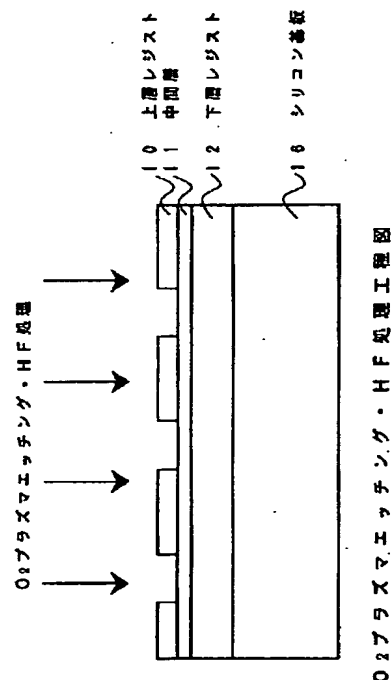
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 バタン形成法

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 軟X線縮小投影露光におけるパターン形成に有効であり、3層レジスト工程で上層レジスト露光現像後に生じた残渣、及びレジストパターンの裾引き部分が除去された高精度パターン転写が可能なパターン形成法を提供する。

【構成】 上層レジスト10と中間層11、及び下層レジスト12とよりなる3層レジスト工程において、上層レジスト10を露光現像後、活性な酸素でエッチングして微細パターンを形成する。あるいは3層レジスト工程において、中間層11にシリコンを形成し上層レジスト10を露光現像後、活性酸素でエッチングすることにより形成されたプラズマ酸化膜を除去してパターンを形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 上層レジストと、中間層と、下層レジストとよりなる3層レジスト工程において、上層レジストを露光現像後、活性な酸素でエッチングする工程を有することを特徴とするパターン形成法。

【請求項2】 上層レジストと、中間層と、下層レジストとよりなる3層レジスト工程において、該中間層にシリコンを形成する工程と、上層レジストを露光現像後、活性な酸素でエッチングする工程と、該活性な酸素でエッチングする工程により形成されたプラズマ酸化膜を除去する工程とを有することを特徴とするパターン形成法。

【請求項3】 前記活性な酸素でエッチングする工程はオゾンを含んだ酸素ガスを導入して活性な原子酸素でエッチングする工程を含むことを特徴とする前記請求項1もしくは請求項2の内、いずれか1項記載のパターン形成法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体集積回路製造における微細パターン形成プロセスに用いられるパターン形成法に関する。特に軟X線縮小投影露光におけるパターン形成に用いて好適なものである。

【0002】

【従来の技術】軟X線縮小投影露光では、多層膜ミラーを用いた反射光学系により、多層膜からなる反射マスクのパターンをウェハ上に転写する。この軟X線縮小投影露光については、例えば木下ほかによる論文、“X線縮小投影露光の検討(その1)”，第47回応用物理学会学術講演会予稿集、p322，28p-zf-15，1986年(昭和61年)秋季において開示されている通りである。軟X線の波長は、多層膜の反射率が大きく取れる130Åが多く用いられる。ところでこの波長領域では、レジスト中のC(炭素)による吸収が大きくなっていく。そのため、レジスト膜厚が厚くなると、露光深さが十分でなくなり、転写したレジストパターの形状精度が落ちる。そこでこの影響を防ぐために、レジスト膜厚を薄くする必要がある。しかし、レジスト膜厚が薄くなると、レジストがエッチングマスクとしてドライエッチング工程に耐えられないといった問題が生じる。このために単層レジストではアスペクト比の大きなパターを形成することが困難となる。そこで従来、この問題を解決するために、上層に薄いX線レジスト、中間層に薄いメタルないしシリコン含有樹脂等、下層に厚いレジストを配した、3層レジストが用いられる。

【0003】図10乃至図17は従来の3層レジスト工程によるパターン形成法の説明図を示す。ここで20は上層レジスト、21は中間層、22は下層レジスト、26はシリコン基板である。上層レジスト20は露光波長130Åでは1000Å程度の厚さに形成する。また、上層レジスト20としては、X線レジストとして用いられ

ている、PMMA、FBM-G等を用いる。ここでは、ポジ型レジストを用い、シリコン基板26上に3層レジストを形成する例を示した。

【0004】図10から図13に図示した工程で、3層レジストを形成する。まず、シリコン基板(シリコンウェハ)26上の自然酸化膜を取り除くため、HF洗浄を行う。下層レジスト22としてOFPR800(フォトリソレジスト)を塗布しベークする。更に中間層21としてシリコン樹脂を、上層レジスト20としてPMMAをそれぞれ塗布し、ベークを施す。

【0005】次に、図14から図17に図示した工程で高アスペクト比のパターを形成する。まず、軟X線縮小投影露光にてパター転写を行い、現像およびリンスにより露光部23を除去する。更に、SF₆等のガスによるRIE(反応性イオンエッチング)により中間層21をエッチングする。そして、これをマスクとして下層レジスト22をO₂ガスによるRIE(反応性イオンエッチング)により加工し、高アスペクト比のパターを形成する。

【0006】従来の3層レジスト工程を用いた場合、図15に図示したように、上層レジストであるX線レジストをX線縮小投影露光により露光現像すると、露光された部分に、残渣24や裾引き25が生じる。残渣24が生じた場合、上層レジスト20をマスクとしてエッチングすると、残渣24がマスクとなり、図16に示すように中間層21に転写されてしまう。また、レジストパターに裾引き25があると、パターエッチにギザギザの凹凸が生じ易くなり、中間層21をエッチングしたときに、そのままの形で転写されてしまう問題がある。また、上層レジスト20は薄くする必要があるため、エッチング耐性の点から中間層21も薄くしなければならない。例えば、中間層21としてスピンコートでシリコン樹脂を塗布する方法では、中間層21の膜厚が数100Åと薄い領域では、均一な膜厚が得られず、不均一な膜厚なため中間層21のエッチング時間がばらついたり、中間層21のピンホールの発生が多くなる等の問題点があった。このように従来の3層レジスト工程では、高精度なパター転写を行うことが困難であった。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的の1つは3層レジスト工程において上層レジスト露光現像後に生じた残渣およびレジストパターの裾引き部分が除去された、高精度なパター転写が可能なパターン形成法を提供することである。

【0008】更に本発明の目的の1つは3層レジスト工程において酸化膜除去により、中間層エッチングにおけるエッチング速度の低下を防ぐことができ、薄い上層レジストでもエッチングによる上層レジストの膜減りを抑制できる、高精度なパター転写性能を有するパターン形成法を提供することである。

【0009】更にまた、本発明の目的の1つは3層レジスト工程においてアモルファスシリコンのスパッタにより均一な中間層を形成することで、中間層のエッチングレートのばらつきを低減化でき、下層レジストへのパタン転送精度を高めたパタン形成法を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明では、上記問題点を解決するために、3層レジスト工程において、露光現像後の上層レジストパタンを活性な酸素でプラズマエッチングする工程を有する。

【0011】または、3層レジスト工程において、中間層としてシリコンを形成する工程と、露光現像後の上層レジストパタンを活性な酸素でプラズマエッチングする工程と、酸化膜を除去する工程を有する。

【0012】即ち、本発明の構成は下記に示す通りである。上層レジスト(10)と、中間層(11)と、下層レジスト(12)とよりなる3層レジスト工程において、上層レジスト(10)を露光現像後(図5、図6)、活性な酸素でエッチングする工程(図7)を有することを特徴とするパタン形成法(図1～図9)としての構成を有するものであり、

【0013】或いはまた、上層レジスト(10)と、中間層(11)と、下層レジスト(12)とよりなる3層レジスト工程において、該中間層(11)にシリコンを形成する工程と、上層レジスト(10)を露光現像後(図5、図6)、活性な酸素でエッチングする工程(図7)と、該活性な酸素でエッチングする工程(図7)により形成されたプラズマ酸化膜を除去する工程(図8、図9)を有することを特徴とするパタン形成法(図1～図9)としての構成を有するものである。

【0014】或いはまた、前記活性な酸素でエッチングする工程(図7)はオゾンを含んだ酸素ガスを導入して活性な原子酸素でエッチングする工程を含むことを特徴とするパタン形成法(図1～図9)としての構成を有するものである。

【0015】

【作用】露光現像後の上層レジストパタンを酸素プラズマでエッチングする工程は、上層レジスト露光現像後に生じた残渣およびレジストパタンの裾引き部分を除去する作用を持つ。中間層としてシリコンを形成する工程は、中間層を全体にわたって均一化し、中間層のエッチングのばらつきを低減化する作用を有する。また、酸化膜を除去する工程は、中間層のエッチングレートを上げる作用を有する。

【0016】

【実施例】以下、本発明のパタン形成法の実施例について、図を用いて詳細に説明する。ここでは、中間層にアモルファスシリコンを用い、シリコン基板上に3層レジストパタンを形成する例を示す。

【0017】図1乃至図9に本発明のパタン形成法の工程図を示す。ここで、10は上層レジスト、11は中間層、12は下層レジスト、13は露光部、14は残渣、15は裾引き、16はシリコン基板である。

【0018】まず初めに、図1に示すようにHF洗浄により自然酸化膜を除去したシリコン基板(シリコンウェハ)16上に、図2に示すように下層レジスト12としてOFPR800を1 μ m塗布し、200度で60分ベーキングを行う。次に図3に示すように下層レジスト12上に中間層11としてアモルファスシリコンをRFマグネトロンスパッタ装置により300Åスパッタ形成する。更に、図4に示すように中間層11の上に上層レジスト10としてPMMAをスピンコートにより1000Å塗布する。プリベークとして150度で60分ベーキングする。

【0019】以上の図1乃至図4に示した工程により形成した3層レジストを図5に示す工程において多層膜を用いたX線縮小投影露光装置により分光された露光波長130ÅのX線によりパタン転写を行う。X線露光後、図6に示す工程においてMIBK(メチルイソブチルケトン):IPA(イソプロピルアルコール)=1:2の現像液中で2分間現像を行い露光部13を除去した後、IPAのリンス液中で1分間リンスを行う。これにより、上層レジスト10にパタンが形成される。

【0020】次に図7に示す工程において、ECR(電子サイクロトロン共鳴)により均一な強度分布を持つO₂プラズマを得て、全面を均一にエッチングする。具体的には、マイクロ波パワー300WでPMMAを200Å削るようにエッチングする。これにより上層レジスト10現像後に生じた残渣14および裾引き15の部分を除去する。

【0021】ここで、このO₂プラズマによるエッチング工程において、現像により露出しているアモルファスシリコン表面は、O₂プラズマにさらされる。このため、数10Å程度の厚さのプラズマ酸化膜がアモルファスシリコン表面に形成される。そして、中間層11をエッチングするときに、エッチングされにくいプラズマ酸化膜の影響でエッチング時間が2倍程度も長くなる。エッチング時間が長くなると、上層レジスト10の膜減りが大きくなる。そこで、アモルファスシリコン中間層11のエッチングレートを向上させてエッチング時間を短くするために、O₂プラズマにより生じた中間層11上のプラズマ酸化膜を除去する。このため、1%HFで1分、プラズマにさらされたアモルファスシリコン中間層11の表面をエッチングする。

【0022】図8に示す工程では、HF処理の後、PMMAの上層レジスト10で形成されたパタンをマスクとして、アモルファスシリコンの中間層11のエッチングを行う。エッチングには、SF₆ガスを用いたRIE(反応性イオンエッチング)を用いる。

5

【0023】最後に、図9に示す工程において、アモルファスシリコン中間層11をマスクとしてOFPR800の下層レジスト12をO₂ ガスを用いたRIE（反応性イオンエッチング）でエッチングし、高アスペクト比を持つレジストパターンを形成する。

【0024】この後、このレジストパターンを用いてシリコン基板の加工を行う。

【0025】尚、本発明のパターン形成法においては、上層レジスト10を軽くエッチングする工程（図7）として、酸素プラズマを利用しているが、オゾンを含んだ酸素ガスを導入して活性な原子酸素でエッチングする工程を採用することもちろん可能である。

【0026】

【発明の効果】本発明のパターン形成法では、3層レジストにおいて、露光現像後の上層レジストパターンをO₂ プラズマでエッチングするので、上層レジスト露光現像後に生じた残渣およびレジストパターンの裾引き部分が除去されるため、高精度なパターン転写が可能となる効果がある。また、酸化膜除去により、中間層エッチングにおけるエッチング速度の低下を防ぐことができ、薄い上層レジストでもエッチングによる上層レジストの膜減りを抑制できる効果もある。更に、アモルファスシリコンのスパッタにより均一な中間層を形成することで、中間層のエッチングレートのばらつきを低減化することができるため、下層レジストへのパターン転写精度を高める効果もある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例としてのパターン形成法（図1～図9）の内、HF洗浄工程図である。

【図2】下層レジスト塗布・ベーク工程図である。

6

【図3】中間層シリコンのマグネトロンスパッタリング工程図である。

【図4】上層レジスト塗布・ベーク工程図である。

【図5】X線露光工程図である。

【図6】現像・リンス工程図及び部分拡大図である。

【図7】O₂ プラズマエッチング・HF処理工程図である。

【図8】SF₆ 反応性イオンエッチング工程図である。

【図9】O₂ 反応性イオンエッチング工程図である。

【図10】従来例としてのパターン形成法（図10～図17）の内、HF洗浄工程図である。

【図11】下層レジスト塗布・ベーク工程図である。

【図12】中間層塗布・ベーク工程図である。

【図13】上層レジスト塗布・ベーク工程図である。

【図14】X線露光工程図である。

【図15】現像・リンス工程図及び部分拡大図である。

【図16】SF₆ 反応性イオンエッチング工程図である。

【図17】O₂ 反応性イオンエッチング工程図である。

【符号の説明】

10, 20 上層レジスト

11, 21 中間層

12, 22 下層レジスト

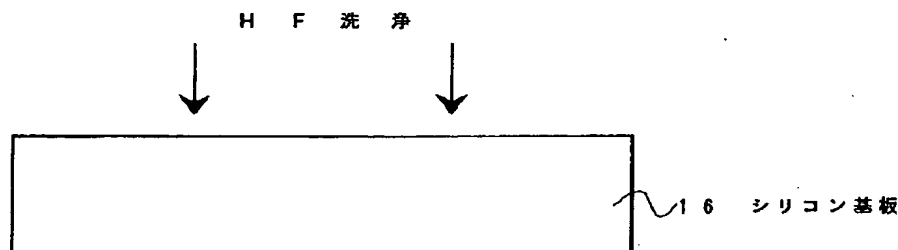
13, 23 露光部

14, 24 残渣

15, 25 裾引き

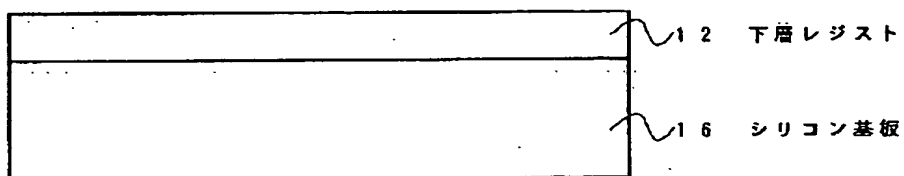
16, 26 シリコン基板

【図1】



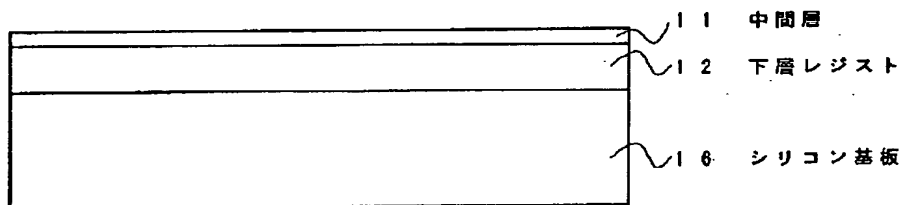
本発明の実施例としてのパターン形成法（図1～図9）の内、
HF洗浄工程図

【図2】



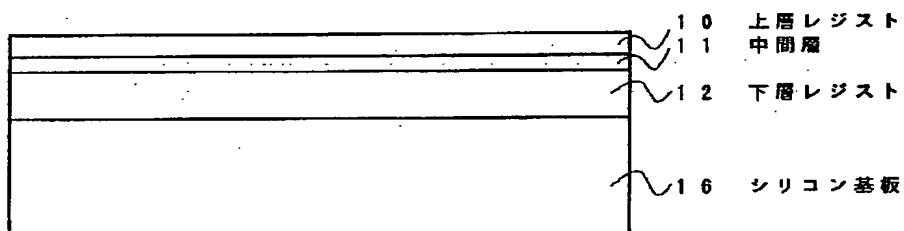
下層レジスト塗布・ベーキング工程図

【図3】



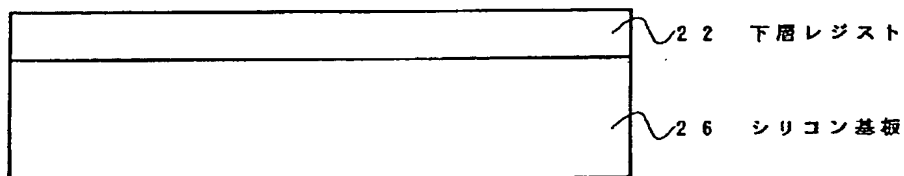
中間層シリコンのマグネトロンスパッタリング工程図

【図4】



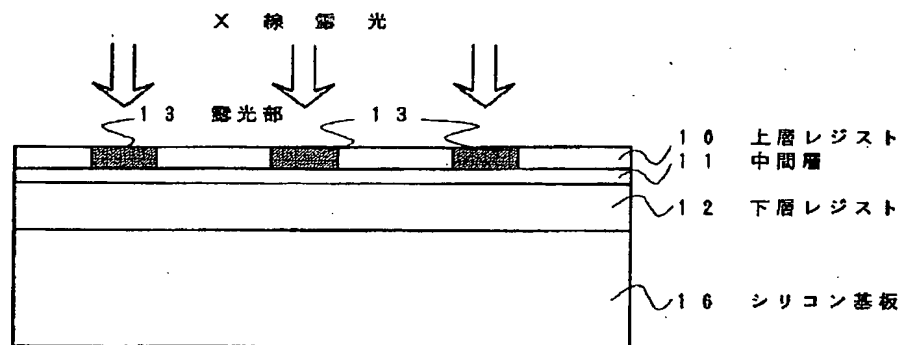
上層レジスト塗布・ベーキング工程図

【図11】



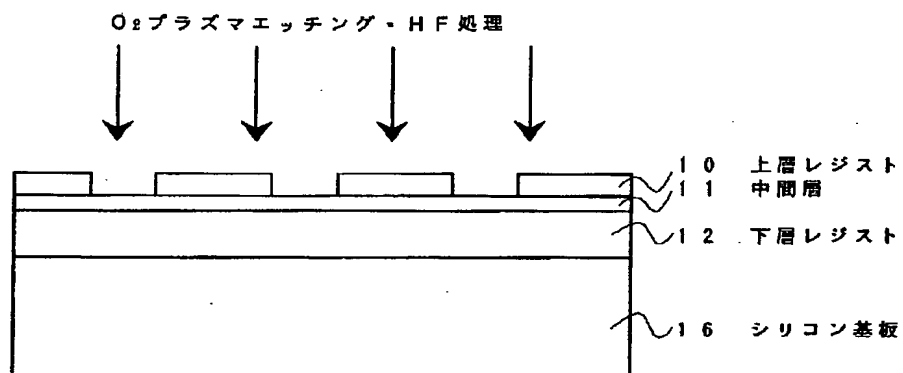
下層レジスト塗布・ベーキング工程図

【図5】

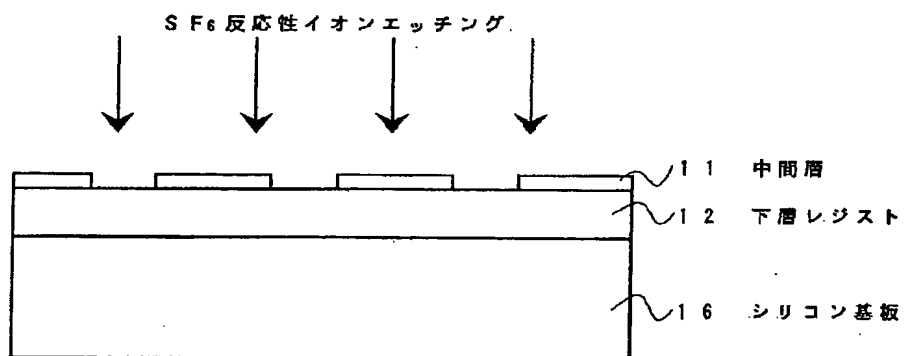


X 線 露 光 工 程 図

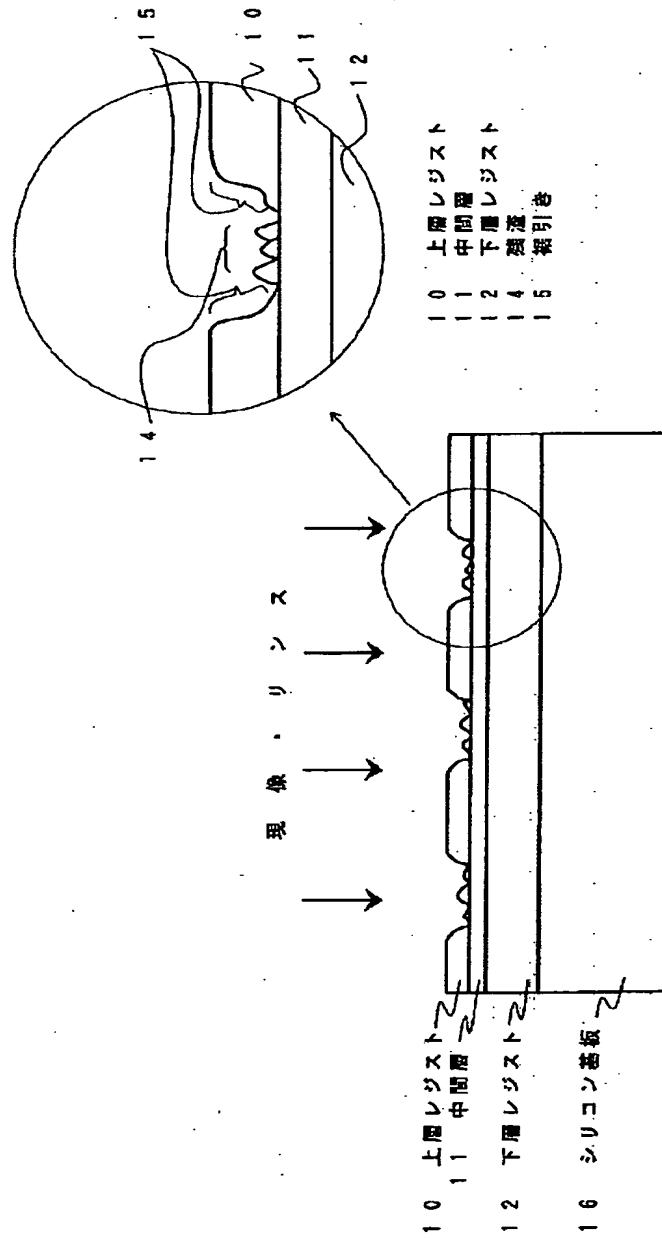
【図7】

O₂プラズマエッチング・HF処理工程図

【図8】

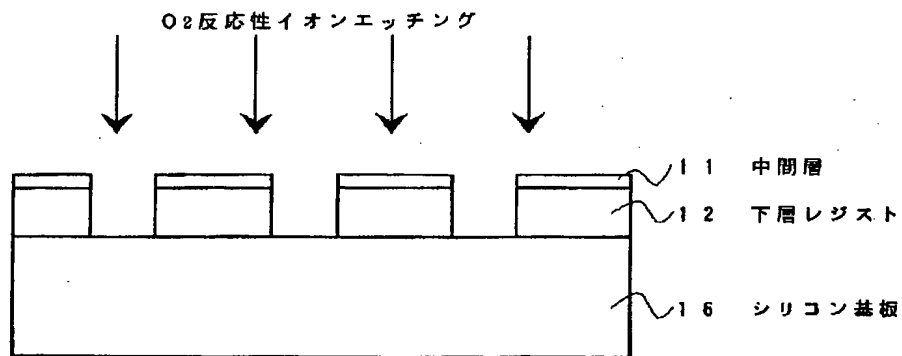
S F₆ 反 応 性 イ オ ン エ ッ チ ン グ 工 程 図

【図6】

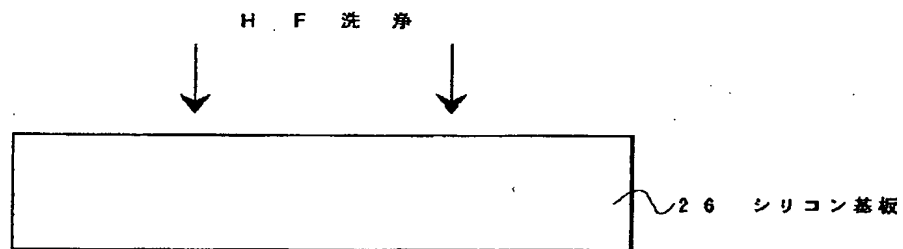


現像・リンス工程図及び部分拡大図

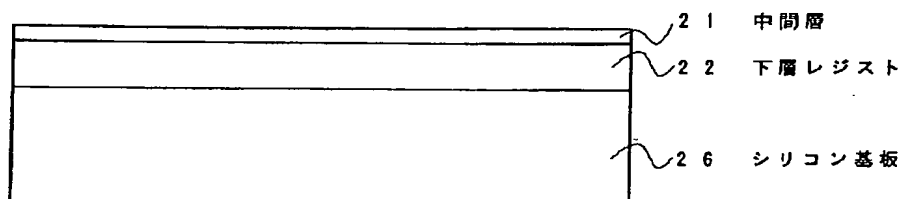
【図9】

O₂反応性イオンエッチング工程図

【図10】

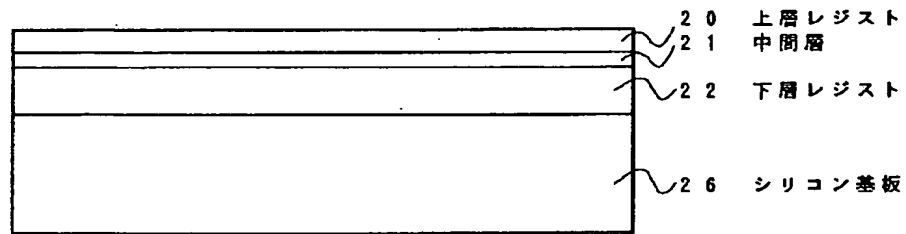
従来例としてのボタン形成法（図10～図17）の内、
H F 洗 浄 工 程 図

【図12】



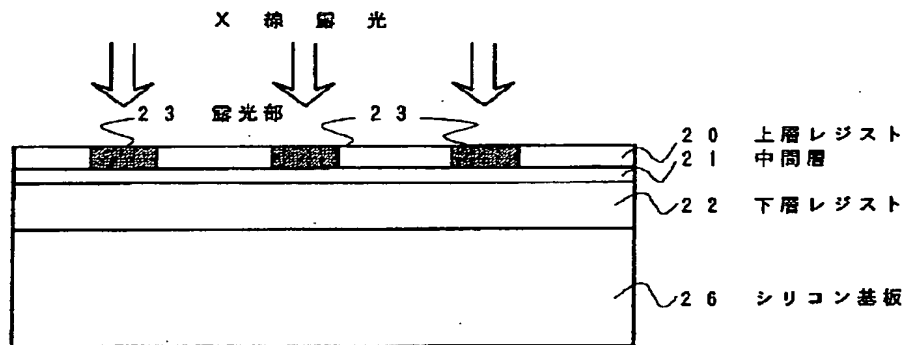
中間層塗布・ベーキング工程図

【図13】



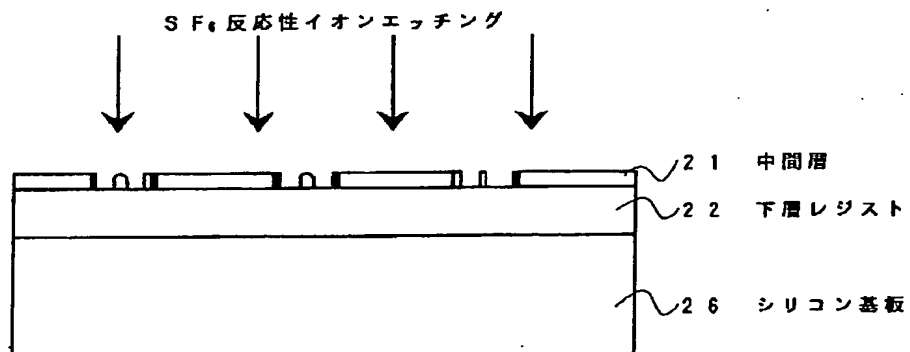
上層レジスト塗布・ベーキング工程図

【図14】

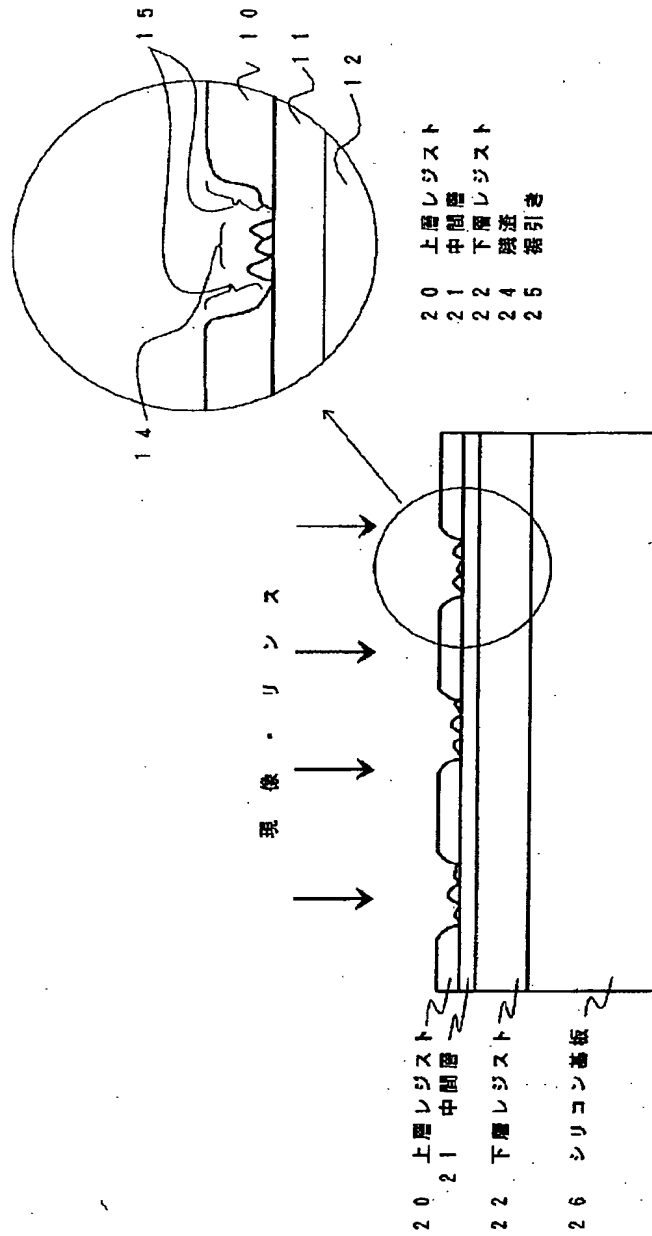


X線露光工程図

【図16】

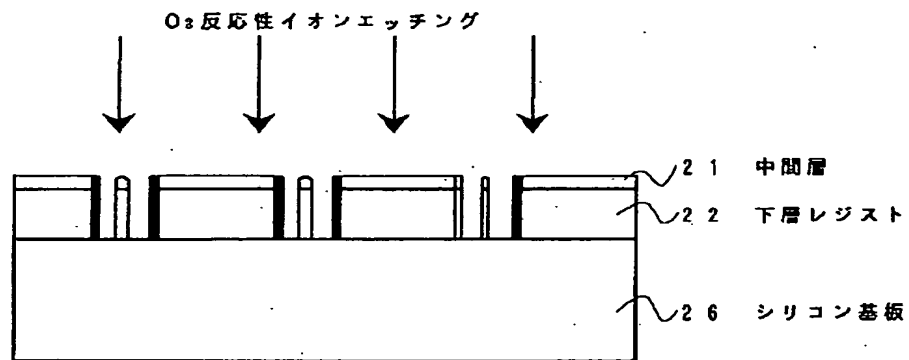
SF₆反応性イオンエッチング工程図

【図15】



現像・リンス工程図及び部分拡大図

【図17】

O₂反応性イオンエッチング工程図

フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁵

H 0 1 L 21/302

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

(72) 発明者 芳賀 恒之

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

THIS PAGE BLANK (USPTO)